

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-154999

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

G10L 9/14

H03M 7/30

(21)Application number : 08-312041

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 22.11.1996

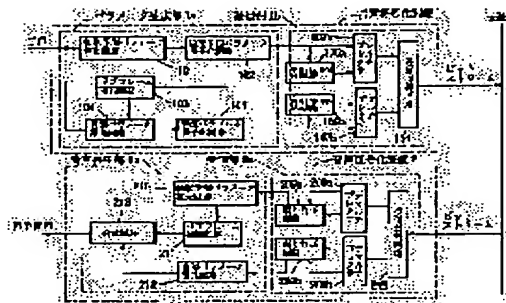
(72)Inventor : KAYAHARA KEIICHI

## (54) VOICE CODER AND VOICE DECODER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize the voice coding transmission system providing a very small delay.

SOLUTION: In the voice coder 1, error correction code addition circuits 106a, 106b apply individually error correction coding to a linear prediction parameter in the unit of frames generated by a parameter generating section 1a and a sound source parameter in the unit of sub frames which are 1/4 divisions of one frame, multiplexers 107a, 107b multiplex respectively and individually each parameter and its error correction code to generate individual multiplexed parameter signals, a transmission control circuit 114 sends the signals in a prescribed order. Every time a reception control circuit 215 finishes reception of one individual multiplexed parameter signal in the voice decoder 2, demultiplexers 208a, 208b separate and extract the parameters and the error correction codes and error correction circuits 209a, 209b apply error check/ correction processing to the parameters and the resulting signal is sequentially fed to a voice reproduction section 2b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-154999

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56

H 0 4 L 11/20

1 0 2 Z

G 1 0 L 9/14

G 1 0 L 9/14

J

H 0 3 M 7/30

H 0 3 M 7/30

B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-312041

(22) 出願日

平成8年(1996)11月22日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 茅原 桂一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

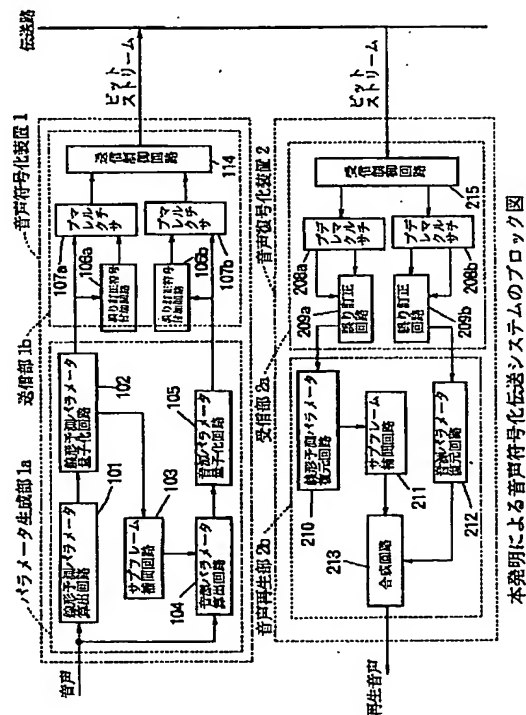
(74) 代理人 弁理士 前田 実

(54) 【発明の名称】 音声符号化装置および音声復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 低遅延の音声符号化伝送システムを実現する。

【解決手段】 音声符号化装置1において、パラメータ生成部1aで生成されたフレーム単位の線形予測パラメータと、フレームを4分割したサブフレーム単位の音源パラメータに対し、誤り訂正符号付加回路106a、106bでそれぞれ個別に誤り訂正符号化を施し、各パラメータとその誤り訂正符号をマルチプレクサ107a、107bでそれぞれ個別に多重化して個別多重化パラメータ信号を生成し、これを送信制御回路114から所定の順序で送信し、音声復号化装置2において、受信制御回路215で1つの個別多重化パラメータ信号の受信を終了するごとに、その信号からデマルチプレクサ208a、208bでパラメータと誤り訂正符号とを分離抽出し、上記のパラメータに誤り訂正回路209a、209bで誤り検出／訂正処理を施して順次、音声再生部2bに送る。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 入力音声进行分析してフレームごとに線形予測パラメータを生成するとともに、この線形予測パラメータと前記入力音声とに基づいて、フレームを分割してなるサブフレームごとに音源パラメータを生成するパラメータ生成部と、

前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとを送信する送信部とを備え、

前記送信部は、

前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとをそれぞれ個別の packets 信号とし、これらの packets 信号を順次送信することを特徴とした音声符号化装置。

【請求項 2】 前記送信部は、

前記線形予測パラメータの packets 信号を生成する第 1 の packets 信号生成手段と、

前記音源パラメータの packets 信号を生成する第 2 の packets 信号生成手段と、

前記第 1 の packets 信号生成手段からの packets 信号と前記第 2 の packets 信号生成手段からの packets 信号とを所定の順序で送信する送信制御手段とを有することを特徴とした請求項 1 記載の音声符号化装置。

【請求項 3】 前記第 1 の信号生成手段と前記第 2 の信号生成手段のうち、少なくとも 1 つは、前記パラメータに対する誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号を前記パラメータに多重化して前記 packets 信号を生成することを特徴とした請求項 2 記載の音声符号化装置。

【請求項 4】 それぞれ個別の packets 信号として送信されたフレーム単位の線形予測パラメータと、フレームを分割してなるサブフレーム単位の音源パラメータとを受信する受信部と、

前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとに基づいてサブフレームごとに音声を再生する音声再生部とを備え、

前記受信部は、

前記 packets 信号の受信を終了するごとに、この packets 信号により伝送されてきた前記線形予測パラメータまたは前記音源パラメータを前記音声再生部に送ることを特徴とした音声復号化装置。

【請求項 5】 前記受信部は、

受信された前記 packets 信号から前記線形予測パラメータを抽出する第 1 のパラメータ抽出手段と、

受信された前記 packets 信号から前記音源パラメータを抽出する第 2 のパラメータ抽出手段と、

前記 packets 信号を受信し、前記線形予測パラメータの packets 信号を前記第 1 のパラメータ抽出手段に送り、前記音源パラメータの packets 信号を前記第 2 のパラメータ抽出手段に送る受信制御手段とを有することを特徴とした請求項 4 記載の音声復号化装置。

【請求項 6】 前記第 1 のパラメータ抽出手段と前記第

2 のパラメータ抽出手段のうち、少なくとも 1 つは、

前記受信制御手段からの packets 信号から、前記パラメータと、このパラメータに対する誤り訂正符号とを分離抽出し、この誤り訂正符号に基づいて前記パラメータに誤り検出／訂正処理を施すことを特徴とした請求項 5 記載の音声復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ディジタル電話やボイスメール等の音声符号化伝送システムに用いられ、CELP 符号化法 (Code Excited Linear Prediction) 等の線形予測符号化法をベースとする音声符号化装置および音声復号化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 音声をディジタル伝送する場合、従来では、アナログ音声信号を 8 [kHz] でサンプリングして 8 ビット構成のサンプルを作成し、これに A 法則、 $\mu$  法則等による圧伸処理を施して、64 [kbits] の伝送速度で伝送するシステムが一般的であった。また近年では、伝送速度をさらに低減して、例えば 4.8 ~ 8.0 [kbits] 程度の低ビットレートで伝送する試みが行われており、この低ビットレート伝送システムにおける高能率音声符号化には、CELP (Code-Excited Linear Prediction) 符号化法をベースとした符号化法が用いられている。CELP 符号化法においては、伝送パラメータとして線形予測パラメータと音源パラメータとを算出する。CELP 符号化法の詳細は、例えば M. R. Schroeder and Atal, "Code-Excited Linear Prediction (CELP): high quality speech at very low bit rates", in Proc. ICASSP'85, pp. 937-939, 1985 に示されている。

【0003】 図 4 は従来の音声符号化伝送システムのブロック構成図である。図 4 において、音声符号化装置 3 は、パラメータ生成部 3a と送信部 3b とを有し、また音声復号化装置 4 は、受信部 4a と音声再生部 4b とを有する。送信部 3b と受信部 4a とは伝送路を介して接続されている。

【0004】 音声符号化装置 3 のパラメータ生成部 3a は、線形予測パラメータ算出回路 101 および線形予測パラメータ量子化回路 102 において、1 フレーム長 (通常 20 ~ 40 [ms] 程度) に切り出した入力音声データを線形予測分析してフレーム単位の線形予測パラメータを算出し、これを量子化して量子化線形予測パラメータを生成し、サブフレーム補間回路 103 において、フレーム単位の量子化線形予測パラメータを補間してサブフレーム (通常フレームを 4 分割したもの) ごとに補間量子化線形予測パラメータを生成し、音源パラメータ算出回路および音源パラメータ量子化回路において、補間量子化線形予測パラメータとサブフレーム単位の入力音声とに基づいてサブフレームごとに音源パラメータを算出し、これを量子化して量子化音源パラメータ

を生成する。

【0005】音声符号化装置3の送信部3bは、誤り訂正符号付加回路306において、上記フレーム単位の1つの量子化線形予測パラメータと、上記サブフレーム単位の4つの量子化音源パラメータとに対して一括して誤り訂正符号を付加し、マルチプレクサ307において、誤り訂正符号を付加した1つの量子化線形予測パラメータおよび4つのサブフレームの量子化音源パラメータと、誤り訂正符号とを多重化して1パケットの多重化パラメータ信号（以下、一括多重化パラメータ信号と称する）生成し、この一括多重化パラメータ信号をビットストリームとして伝送路に送出する。

【0006】次に、音声復号化装置4の受信部4aは、上記の一括多重化パラメータ信号をデマルチプレクサ408で受信して1つの量子化線形予測パラメータと4つの量子化音源パラメータと訂正符号とに分離し、誤り訂正回路409において、上記の各パラメータに対して誤り検出／訂正処理を施す。

【0007】音声復号化装置4の音声再生部4bは、線形予測パラメータ復元回路210において、上記の誤り検出／訂正処理された量子化線形予測パラメータをフレーム単位の線形予測パラメータに復元し、サブフレーム補間回路211において、上記のフレーム単位の線形予測パラメータを補間してサブフレームごとに補間線形予測パラメータを生成し、また音源パラメータ復元回路212において、上記の誤り検出／訂正処理された量子化音源パラメータをサブフレーム単位の音源パラメータに復元し、上記の補間線形予測パラメータを合成回路213のフィルタ係数とし、上記の音源パラメータで合成回路213のフィルタを駆動することにより、音声を再生する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の音声符号化伝送システムでは、音声符号化装置において、1フレームの（量子化）線形予測パラメータと4サブフレームの（量子化）音源パラメータとに対して一括して誤り訂正符号を付加し、これらのパラメータと誤り訂正符号とを1パケットの信号として伝送しており、また音声復号化装置において、上記（量子化）線形予測パラメータと（量子化）音源パラメータとを一括したパケット信号の全ビットを受信し終えてから線形予測パラメータおよび音源パラメータの復元を開始するために、音声信号の開始から再生音声の出力開始までに3フレーム分程度の遅延（遅延の詳細については後述する）が発生するという問題があった。この音声符号化伝送システムを例えばデジタル電話に用いた場合、上記の遅延により違和感のある会話を生じさせてしまう。

【0009】本発明は、上記従来の問題を解決するものであり、低遅延の音声符号化伝送システムを実現できる音声符号化装置および音声復号化装置を提供することを

目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明の音声符号化装置は、入力音声进行分析してフレームごとに線形予測パラメータを生成するとともに、この線形予測パラメータと前記入力音声とに基づいて、フレームを分割してなるサブフレームごとに音源パラメータを生成するパラメータ生成部と、前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとを送信する送信部とを備え、前記送信部は、前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとをそれぞれ個別のパケット信号とし、これらのパケット信号を順次送信する。

【0011】請求項2記載の音声符号化装置は、前記送信部が、前記線形予測パラメータのパケット信号を生成する第1のパケット信号生成手段と、前記音源パラメータのパケット信号を生成する第2のパケット信号生成手段と、前記第1のパケット信号生成手段からのパケット信号と前記第2のパケット信号生成手段からのパケット信号とを所定の順序で送信する送信制御手段とを有する。

【0012】請求項3記載の音声符号化装置は、請求項2において、前記第1の信号生成手段と前記第2の信号生成手段のうち、少なくとも1つは、前記パラメータに対する誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号を前記パラメータに多重化して前記パケット信号を生成するものである。

【0013】次に、本発明の音声復号化装置は、それぞれ個別のパケット信号として送信されたフレーム単位の線形予測パラメータと、フレームを分割してなるサブフレーム単位の音源パラメータとを受信する受信部と、前記線形予測パラメータと前記音源パラメータとに基づいてサブフレームごとに音声再生する音声再生部とを備え、前記受信部は、前記パケット信号の受信を終了するごとに、このパケット信号により伝送されてきた前記線形予測パラメータまたは前記音源パラメータを前記音声再生部に送るものである。

【0014】請求項5記載の音声復号化装置は、前記受信部が、受信された前記パケット信号から前記線形予測パラメータを抽出する第1のパラメータ抽出手段と、受信された前記パケット信号から前記音源パラメータを抽出する第2のパラメータ抽出手段と、前記パケット信号を受信し、前記線形予測パラメータのパケット信号を前記第1のパラメータ抽出手段に送り、前記音源パラメータのパケット信号を前記第2のパラメータ抽出手段に送る受信制御手段とを有する。

【0015】請求項6記載の音声復号化装置は、請求項5において、前記第1のパラメータ抽出手段と前記第2のパラメータ抽出手段のうち、少なくとも1つは、前記受信制御手段からのパケット信号から、前記パラメータと、このパラメータに対する誤り訂正符号とを分離抽出

し、この誤り訂正符号に基づいて前記パラメータに誤り検出／訂正処理を施すものである。

【0016】従って、本発明の音声符号化装置および音声復号化装置によれば、音声符号化装置の送信部によって、フレーム単位の線形量子化パラメータと、サブフレーム単位の音源パラメータとをそれぞれ個別のパケット信号として順次伝送し、また音声復号化装置の受信部によって、上記個別のパケット信号を受信し終えるごとにフレーム単位の線形量子化パラメータまたはサブフレーム単位の音源パラメータを抽出して音声再生部に送ることにより、パラメータの生成終了からそのパラメータの伝送を開始するまでの時間、およびパラメータの受信終了からそのパラメータを音声再生部に送るまでの時間をそれぞれ短縮することができるので、低遅延の音声符号化伝送システムを実現できる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態を適用した音声符号化伝送システムのブロック構成図である。図1において、音声符号化装置1は、CELP符号化を用いて入力音声データからフレーム単位の線形予測パラメータとサブフレーム単位の音源パラメータとを生成し、これらのパラメータに対して個別に誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号と対応するパラメータとを多重化して、1パケットの多重化パラメータ信号（以下、このように1フレームの線形予測パラメータとその誤り訂正符号からなる多重化パラメータ信号、および1サブフレームの音源パラメータとその誤り訂正符号からなる多重化パラメータ信号を個別多重化パラメータ信号と称する）を生成し、これらのパケット信号を順次伝送路に送出するものであり、パラメータ生成部1aと送信部1bとを有する。

【0018】また、音声復号化装置2は、音声符号化装置1からの個別多重化パラメータ信号を伝送路より受信し、受信を終了した個別多重化パラメータ信号からパラメータとその誤り訂正符号とを分離抽出し、誤り訂正符号に基づいてパラメータに誤り検出／訂正処理を施し、誤り検出／訂正処理したフレーム単位の線形予測パラメータを補間してサブフレーム単位の補間線形予測パラメータを生成し、この補間線形予測パラメータと、上記誤り検出／訂正処理したサブフレーム単位の音源パラメータとに基づいて音声を再生するものであり、受信部2aと音声再生部2bとを有する。送信部1bと受信部2aとは伝送路を介して接続されている。

【0019】音声符号化装置1のパラメータ生成部1aは、フレーム単位の入力音声を線形予測分析してフレームごとに線形予測パラメータを算出するとともに、このフレーム単位の線形予測パラメータと、サブフレーム単位の入力音声とに基づいて、サブフレームごとに音源パラメータを算出するものであり、線形予測パラメータ算出回路101と、線形予測パラメータ量子化回路102

と、サブフレーム補間回路103と、音源パラメータ算出回路104と、音源パラメータ量子化回路105とを有する。

【0020】線形予測パラメータ算出回路101は、ハミング窓やハニング窓のような中心に重み付けされた1フレーム長の分析窓を入力音声データに乗じて1フレーム長の入力音声データを切り出し、このフレーム単位の入力音声データを線形予測分析することによりフレーム単位の線形予測パラメータを算出する。線形予測パラメータとしては、補間特性、量子化特性のよいLSP (Line Spectrum Pair) パラメータを用いる。1フレーム長は20～40 [ms] である。また、線形予測パラメータ量子化回路102は、線形予測パラメータ算出回路101で算出されたフレーム単位の線形予測パラメータを量子化することにより、フレーム単位の量子化線形予測パラメータを生成する。

【0021】サブフレーム補間回路103は、線形予測パラメータ量子化回路102で生成されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータを、この量子化線形予測パラメータと、このフレームの隣接前後フレーム（1つ前のフレームと1つ後のフレーム）の量子化線形予測パラメータとを用いて線形補間し、サブフレームごとに補間量子化線形予測パラメータを生成する。サブフレームはフレームを4分割したものであり、1フレームは第1～第4のサブフレームを有する。従って1サブフレーム長は5～10 [ms] である。尚、このサブフレーム補間は、再生音声におけるフレーム間の不連続性を低減するためのものである。

【0022】音源パラメータ算出回路104は、サブフレーム補間回路103で算出された補間量子化線形予測パラメータと、サブフレーム単位の入力音声データとに基づいてサブフレームごとに音源パラメータを算出する。音源パラメータは、音声のピッチ（高さ）、音声のピッチゲイン（強さ）、雑音コードブックのテーブル参照用インデックス、雑音コードブックゲイン等を示すものである。また、音源パラメータ量子化回路105は、音源パラメータ算出回路104で算出された音源パラメータを量子化することにより、サブフレームごとの量子化音源パラメータを生成する。

【0023】図2は分析窓とフレームとサブフレームの関係を示す図である。図2において、入力音声データ500は中心に重み付けされた分析窓511が乗じられてフレーム単位に切り出される。分析窓511の時間長が1フレーム長を与える。サブフレームはフレームを時間的に4分割したものであり、第k（kは整数）フレーム502は第1サブフレーム507～第4サブフレーム510を有する（第（k-1）フレーム501および第（k+1）フレーム503も同様に4つのサブフレームを有する）。

【0024】分析窓511が乗じられて切り出された1

フレームの入力音声データを線形予測分析して算出された線形予測パラメータは、そのフレームの中心付近の音声データの特徴をよく表わす。すなわち、第 $(k-1)$ フレーム501の入力音声データに基づいて算出された線形予測パラメータは、入力音声データ500の504付近の特徴をよく表わし、次の第 $k$ フレーム502の線形予測パラメータは、入力音声データ500の505付近の特徴をよく表わすので、再生音声はフレームの境界で不連続となる。そこで、線形予測パラメータのフレーム間変化を滑らかにするために、サブフレームごとに補間(量子化)線形予測パラメータを生成する。すなわち、補間対象フレームを第 $k$ フレーム502とすると、第 $k$ フレーム502の(量子化)線形予測パラメータと、隣接前フレームである第 $(k-1)$ フレーム501の(量子化)線形予測パラメータとを重み付け加算することにより、第1サブフレーム507および第2サブフレーム508の補間(量子化)線形予測パラメータを生成し、また第 $k$ フレーム502の(量子化)線形予測パラメータと、隣接後フレームである第 $(k+1)$ フレーム503の(量子化)線形予測パラメータとを重み付け加算することにより、第3サブフレーム509および第4サブフレーム510の補間(量子化)線形予測パラメータを生成する。

【0025】図1に戻り、音声符号化装置1の送信部1bは、フレーム単位の量子化線形予測パラメータとサブフレーム単位の量子化音源パラメータとに対して個別に誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号と対応するパラメータとを多重化して、1パケットの個別多重化線形予測パラメータ信号および個別多重化音源パラメータ信号を生成し、これらのパケット信号を順次伝送路に送出するものであり、誤り訂正符号付加回路106aおよび106bと、マルチプレクサ107aおよび107bと、送信制御回路114とを有する。

【0026】誤り訂正符号付加回路106aは、線形予測パラメータ量子化回路102で生成されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータに対して誤り訂正符号化を施し、誤り訂正符号を生成する。また、誤り訂正符号付加回路106bは、音源パラメータ量子化回路105で生成されたサブフレーム単位の量子化音源パラメータに対して誤り訂正符号化処理を施し、誤り訂正符号を生成する。尚、音声符号化伝送システムにおいては、伝送路障害やノイズ等による再生音声の品質低下を防止するため、上記したように、なんらかの誤り訂正符号化手法により誤り訂正符号を付加するのが一般的であるが、この際、全てのビットに対して誤り訂正ビットを付加することは伝送ビットレートの増加を伴うため、通常は、符号化線形予測パラメータおよび符号化音源パラメータの各ビットのうち、音質に非常に影響を及ぼすビットのみに対し、それぞれ誤り訂正符号を付加する。

【0027】マルチプレクサ107aは、線形予測パラ

メータ量子化回路102で生成されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータと、誤り訂正符号付加回路106aで生成された誤り訂正符号とを多重化して1パケットの個別多重化線形予測パラメータ信号を生成する。また、マルチプレクサ107bは、音源パラメータ量子化回路105で生成されたサブフレーム単位の量子化音源パラメータと、誤り訂正符号付加回路106bで生成された誤り訂正符号とを多重して1パケットの個別多重化音源パラメータ信号を生成する。

【0028】尚、誤り訂正符号付加回路106aとマルチプレクサ107aとは、第1のパケット信号生成手段を構成しており、フレーム単位の量子化線形予測パラメータに対する誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号と対応する量子化線形予測パラメータとを多重化して、1パケットの個別多重化線形予測パラメータ信号を生成する。また、誤り訂正符号付加回路106bとマルチプレクサ107bとは、第2のパケット信号生成手段を構成しており、サブフレーム単位の量子化音源パラメータに対する誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号と対応する量子化音源パラメータとを多重化して、1パケットの個別多重化音源パラメータ信号を生成する。

【0029】送信制御回路114(送信制御手段)は、マルチプレクサ107aからの個別多重化線形予測パラメータ信号、およびマルチプレクサ107bからの個別多重化音源パラメータ信号を、所定の順序で伝送路の伝送速度に同期したビットストリームとして送信する。

【0030】次に、音声復号化装置2の受信部2aは、個別多重化パラメータ信号を伝送路より受信し、受信を終了した個別多重化パラメータ信号からパラメータとその誤り訂正符号とを分離抽出し、誤り訂正符号に基づいてパラメータに誤り検出/訂正処理を施し、誤り検出/訂正処理を終了したフレーム単位の量子化線形予測パラメータおよびサブフレーム単位の量子化音源パラメータを順次、音声再生部2bに送るものであり、受信制御回路215と、デマルチプレクサ208aおよび208bと、誤り訂正回路209aおよび209bとを有する。

【0031】受信制御回路215(受信制御手段)は、伝送路から個別多重化パラメータ信号を順次受信し、受信を終了した個別多重化線形予測パラメータ信号をデマルチプレクサ208aに送り、また受信を終了した個別多重化音源パラメータをデマルチプレクサ208bに送る。

【0032】デマルチプレクサ208aは、受信制御回路215で受信された個別多重化線形予測パラメータ信号をフレーム単位の量子化線形予測パラメータとその誤り訂正符号とに分離し、誤り訂正回路209aに送る。また、デマルチプレクサ208bは、受信制御回路215で受信された個別多重化音源パラメータ信号をサブフレーム単位の量子化音源パラメータとその誤り訂正符号とに分離し、誤り訂正回路209bに送る。

【0033】誤り訂正回路209aは、デマルチプレクサ208aで分離された誤り訂正符号に基づいて、フレーム単位の量子化線形予測パラメータの誤り検出を行い、誤りを検出した場合にはこれを訂正する。また、誤り訂正回路209bは、デマルチプレクサ208bで分離された誤り訂正符号に基づいてサブフレーム単位のフレーム量子化音源パラメータに上記の誤り検出／訂正処理を施す。

【0034】尚、デマルチプレクサ208aと誤り訂正回路209aとは、第1のパラメータ抽出手段を構成しており、受信を終了した個別多重化線形予測パラメータ信号から量子化線形予測パラメータとその誤り訂正符号とを分離抽出し、この誤り訂正符号に基づいて上記の量子化線形予測パラメータに誤り検出／訂正処理を施し、この量子化線形予測パラメータを音声再生部2bに送る。また、デマルチプレクサ208bと誤り訂正回路209bとは、第2のパラメータ抽出手段を構成しており、受信を終了した個別多重化線音源パラメータ信号から量子化音源パラメータとその誤り訂正符号とを分離抽出し、この誤り訂正符号に基づいて上記の量子化音源パラメータに誤り検出／訂正処理を施し、この量子化音源パラメータを音声再生部2bに送る。

【0035】次に、音声復号化装置2の音声再生部2bは、誤り検出／訂正処理されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータを線形予測パラメータに復元し、これを補間してサブフレーム単位の補間線形予測パラメータを生成し、また誤り検出／訂正処理された量子化音源パラメータをサブフレーム単位の音源パラメータに復元し、上記の補間線形予測パラメータと音源パラメータとに基づいて音声を再生するものであり、線形予測パラメータ復元回路210と、サブフレーム補間回路211と、音源パラメータ復元回路212と、合成回路213とを有する。

【0036】線形予測パラメータ復元回路210は、誤り訂正回路209aで誤り検出／訂正処理されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータからフレーム単位の線形予測パラメータを復元する。また、サブフレーム補間回路211は、線形予測パラメータ復元回路210で復元されたフレーム単位の線形予測パラメータを、この線形予測パラメータと、このフレームの隣接前後フレームの線形予測パラメータとを用いて線形補間し、サブフレームごとに補間線形予測パラメータを生成する。このサブフレーム補間回路211の回路構成は、サブフレーム補間回路103の回路構成と基本的に同じである。尚、このサブフレーム補間は、前述したように、再生音声におけるフレーム間の不連続性を低減するためのものである。

【0037】音源パラメータ復元回路212は、誤り訂正回路209bで誤り検出／訂正処理された量子化音源パラメータからサブフレーム単位の音源パラメータを復

元する。また、合成回路213は、全極形デジタルフィルタからなる合成フィルタを有し、合成フィルタのフィルタ係数をサブフレーム補間回路211で生成された補間線形予測パラメータのパラメータ値に設定し、音源パラメータ復元回路212で復元された音源パラメータに従って生成した周期パルス等の音源信号で合成フィルタを駆動することにより、音声を再生する。

【0038】次に、上記のように構成された図1の音声符号化伝送システムの動作について説明する。まず、音声符号化装置1の動作を説明する。線形予測パラメータ算出回路101において、第 $(k-1)$  ( $k$ は整数)フレームの線形予測パラメータ $\alpha[k-1]$ を算出し、続いて第 $k$ フレームの線形予測パラメータ $\alpha[k]$ 、第 $(k+1)$ フレームの線形予測パラメータ $\alpha[k+1]$

を順次算出する。すなわち、1フレーム長の分析窓を入力音声データに乗じて入力音声データを切り出し(図2参照)、このフレーム単位の入力音声データを線形予測分析することにより、フレーム単位の線形予測パラメータを順次算出する。次に線形予測パラメータ量子化回路102において、上記の線形予測パラメータを $\alpha[k-1]$ を量子化して、第 $(k-1)$ フレームの量子化線形予測パラメータ $\alpha_q[k-1]$ を生成し、続いて第 $k$ フレーム、第 $(k+1)$ フレームの量子化線形予測パラメータ $\alpha_q[k]$ 、 $\alpha_q[k+1]$ を順次生成する。この量子化線形予測パラメータは、誤り訂正符号付加回路106a、マルチプレクサ107a、およびサブフレーム補間回路103に送られる。尚、量子化手法は任意である。

【0039】誤り訂正符号付加回路106aにおいて、上記のフレーム単位の量子化線形予測パラメータに対してそれぞれ個別に誤り訂正符号化を施して誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号をマルチプレクサ107aに送る。尚、上記の誤り訂正符号化手法は任意である。マルチプレクサ107aにおいて、上記フレーム単位の量子化線形予測パラメータと上記の訂正符号とを多重化して、第 $(k-1)$ 、第 $k$ 、第 $(k+1)$ フレームの個別多重化線形予測パラメータ信号 $\alpha_{qm}[k-1]$ 、 $\alpha_{qm}[k]$ 、 $\alpha_{qm}[k+1]$ を順次生成し、これらを順次送信制御回路214に送る。

【0040】一方、サブフレーム補間回路103において、上記の量子化線形予測パラメータ $\alpha_q[k-1]$ と $\alpha_q[k]$ とを用いて、第 $(k-1)$ フレームの第3、第4サブフレームの補間量子化パラメータ $\alpha_{q'}[k-1, 3]$ 、 $\alpha_{q'}[k-1, 4]$ 、および第 $k$ フレームの第1、第2サブフレームの補間量子化線形予測パラメータ $\alpha_{q'}[k, 1]$ 、 $\alpha_{q'}[k, 2]$ を生成し、続いて上記の量子化線形予測パラメータ $\alpha_q[k]$ と $\alpha_q[k+1]$ とを用いて、第 $k$ フレームの第3、第4サブフレームの補間量子化線形予測パラメータ $\alpha_{q'}[k, 3]$ 、 $\alpha_{q'}[k, 4]$ 、および第 $(k+1)$ フレーム



の第1、第2サブフレームの補間量子化パラメータ  $\alpha q' [k+1, 1]$ 、 $\alpha q' [k+1, 2]$  を生成する。次に音源パラメータ算出回路104において、上記の補間量子化線形予測パラメータと、対応するサブフレームの入力音声データとに基づいて、第(k-1)フレームの第3、第4サブフレームの音源パラメータ  $\beta [k-1, 3]$ 、 $\beta [k-1, 4]$ 、第kフレームの第1～第4サブフレームの音源パラメータ  $\beta [k, 1] \sim \beta [k, 4]$ 、および第(k+1)フレームの第1、第2サブフレームの音源パラメータ  $\beta [k+1, 1] \sim \beta [k+1, 2]$  を順次算出する。次に音源パラメータ量子化回路105において、上記の音源パラメータを順次量子化し、量子化音源パラメータ  $\beta q [k-1, 3]$ 、 $\beta q [k-1, 4]$ 、 $\beta q [k, 1] \sim \beta q [k, 4]$ 、 $\beta q [k+1, 1] \sim \beta q [k+1, 2]$  を順次を生成する。このサブフレーム単位の量子化音源パラメータは、誤り訂正符号付加回路106bおよびマルチプレクサ107bに順次送られる。

【0041】誤り訂正符号付加回路106bにおいて、上記サブフレーム単位の量子化音源パラメータに対してそれぞれ個別に誤り訂正符号化を施して誤り訂正符号を生成し、この誤り訂正符号をマルチプレクサ107bに順次送る。尚、上記の誤り訂正符号化手法は任意である。そして、マルチプレクサ107bにおいて、上記サブフレーム単位の量子化音源パラメータと上記の訂正符号とを順次多重化して、第(k-1)の第3、第4サブフレームの個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k-1, 3]$ 、 $\beta qm [k-1, 4]$ 、第kフレームの第1～第4サブフレームの個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k, 1] \sim \beta qm [k, 4]$ 、第(k+1)フレームの第1、第2サブフレームの個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k+1, 1]$ 、 $\beta qm [k+1, 2]$  を順次生成し、これらを順次送信制御回路214に送る。

【0042】送信制御回路214において、規定の伝送速度に同期して、上記フレーム単位の多重化線形予測パラメータ信号と、上記サブフレーム単位の多重化音源パラメータ信号とを所定の順序で、規定の伝送速度に同期して、ビットストリームとして伝送路に送出する。すなわち、個別多重化線形予測パラメータ信号の生成と、個別多重化音源パラメータ信号の生成とは並列して行われるが、送信制御回路214には、個別多重化線形予測パラメータ信号  $\alpha qm [k]$ 、個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k-1, 3]$ 、 $\beta qm [k-1, 4]$ 、 $\beta qm [k, 1]$ 、 $\beta qm [k, 2]$ 、個別多重化線形予測パラメータ信号  $\alpha qm [k+1]$ 、多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k, 3]$ 、 $\beta qm [k, 4]$ 、 $\beta qm [k+1, 1]$ 、 $\beta qm [k+1, 2]$  の順に入力され、送信制御回路214は、この順に個別多重化パラメータ信号を送出する。

【0043】次に、音声復号化装置2の動作を説明する。音声符号化装置1が送信した個別多重化パラメータ信号(ビットストリーム)は、伝送路によって音声復号化装置2の受信制御回路215に伝送される。受信制御回路215において、伝送路からのビットストリームを所定ビット数受信することにより、第kフレームの個別多重化線形予測パラメータ信号  $\alpha qm [k]$  の全ビットの受信を終了すると、これをデマルチプレクサ208aに送る。尚、受信制御回路215においては、その後も伝送路からのビットストリーム(個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k-1, 3]$ 、 $\beta qm [k-1, 4]$ 、 $\beta qm [k, 1]$ 、 $\beta qm [k, 2]$  のビット)を受信し続ける。デマルチプレクサ208aにおいて、上記の個別多重化線形予測パラメータ信号を第kフレームの量子化線形予測パラメータ  $\alpha q [k]$  とその誤り訂正符号とに分離し、これらを誤り訂正回路209aに送る。誤り訂正回路209aにおいて、上記の誤り訂正符号を用いて量子化線形予測パラメータ  $\alpha q [k]$  に対して誤り検出/訂正処理を施し、この検出/訂正処理を施した  $\alpha q [k]$  を線形予測パラメータ復元回路210に送る。

【0044】線形予測パラメータ復元回路210において、上記の  $\alpha q [k]$  から線形予測パラメータ  $\alpha [k]$  を復元し、サブフレーム補間回路211において、上記の  $\alpha [k]$  と、既に復元されている第(k-1)フレームの線形予測パラメータ  $\alpha [k-1]$  とを用いて、第(k-1)フレームの第3、第4サブフレームおよび第kフレームの第1、第2サブフレームの補間線形予測パラメータ  $\alpha q' [k-1, 3]$ 、 $\alpha q' [k-1, 4]$ 、 $\alpha q' [k, 1]$ 、 $\alpha q' [k, 2]$  を生成する。尚、このサブフレーム補間は、サブフレーム補間回路103と同様の補間手法による。

【0045】また、個別多重化線形予測パラメータ信号  $\alpha qm [k]$  の受信を終了した受信制御回路215において、伝送路からのビットストリームを所定ビット数受信することにより、個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k-1, 3]$  の全ビットの受信を終了すると、これをデマルチプレクサ208bに送る。同様に、個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm [k-1, 4]$ 、 $\beta qm [k, 1]$ 、 $\beta qm [k, 2]$  をそれぞれ受信し終えると、これを順次デマルチプレクサ208bに送る。デマルチプレクサ208bにおいて、上記の  $\beta qm [k-1, 3]$  を量子化音源パラメータ  $\beta q [k-1, 3]$  とその誤り訂正符号とに分離し、これらを誤り訂正回路209bに送る。また、 $\beta qm [k-1, 4]$ 、 $\beta qm [k, 1]$ 、 $\beta qm [k, 2]$  に対しても同様の分離処理をする。誤り訂正回路209bにおいて、上記の誤り訂正符号を用いて量子化音源パラメータ  $\beta q [k-1, 3]$  に対して誤り検出/訂正処理を施し、この検出/訂正処理を施した  $\beta q [k-1, 3]$  を音源パラメータ復



元回路 212 に送る。また、 $\beta q[k-1, 4]$ 、 $\beta q[k, 1]$ 、 $\beta q[k, 2]$  に対しても同様の誤り検出／訂正処理を施し、音源パラメータ復元回路 212 に順次送る。

【0046】音源パラメータ復元回路 212 において、上記の量子化音源パラメータから音源パラメータ  $\beta[k-1, 3]$ 、 $\beta[k-1, 4]$ 、 $\beta[k, 1]$ 、 $\beta[k, 2]$  を順次復元する。そして合成回路 213 において、合成フィルタのフィルタ係数を、上記サブフレーム単位の補間線形予測パラメータ ( $\alpha q'[k-1, 3]$ 、 $\alpha q'[k-1, 4]$ 、 $\alpha q'[k, 1]$ 、 $\alpha q'[k, 2]$ ) のパラメータ値に設定し、上記サブフレーム単位の音源パラメータ ( $\beta[k-1, 3]$ 、 $\beta[k-1, 4]$ 、 $\beta[k, 1]$ 、 $\beta[k, 2]$ ) に従って生成した音源信号で合成フィルタを駆動することにより、第  $(k-1)$  フレームの第 3、第 4 サブフレーム、および第  $k$  フレームの第 1、第 2 サブフレームの音声を順次再生する。

【0047】図 3 は音声符号化伝送システムにおける音声入力・符号化処理（パラメータ生成）・伝送・復号化処理（パラメータ復元）・音声出力という処理の流れを示すタイムチャートであり、(a) は従来の音声符号化伝送システム（図 4）のタイムチャートを示し、(b) は本発明の実施の形態を適用した音声符号化伝送システム（図 1）のタイムチャートを示す。

【0048】図 3 (a) に示すように従来の音声符号化伝送システムでは、送信側（音声符号化装置）において、第  $k$  フレームの音声データ入力 301 が終了すると、第  $k$  フレームの量子化線形予測パラメータ  $\alpha q[k]$  の生成 302 a、およびサブフレーム単位の量子化音源パラメータ  $\beta q[k-1, 3]$ 、 $\beta q[k-1, 4]$ 、 $\beta q[k, 1]$ 、 $\beta q[k, 2]$  の生成 302 b ~ 302 e が行われる。量子化音源パラメータ  $\beta q[k, 2]$  の生成 302 e が終了すると、これらのパラメータに対して一括して誤り訂正符号化を施し、伝送 303 が行われる。

【0049】また、受信側（音声復号化装置）において、一括多重化パラメータ信号の全ビットを受信し終えたら、第  $k$  フレームの線形予測パラメータ  $\alpha[k]$  の復元 304 a、およびサブフレーム単位の音源パラメータ  $\beta[k-1, 3]$ 、 $\beta[k-1, 4]$ 、 $\beta[k, 1]$ 、 $\beta[k, 2]$  の復元 304 b ~ 304 e が行われる。音源パラメータ  $\beta[k-1, 3]$  の復元 304 b が終了した時点で、第  $(k-1)$  フレームの第 3 サブフレームの再生音声 305 a が出力され、続いて第  $(k-1)$  フレームの第 4 サブフレームの再生音声 305 b、第  $k$  フレームの第 1 サブフレームの再生音声 305 c、第  $k$  フレームの第 2 サブフレームの再生音声 305 d が順次出力される。ここで、フレーム長を  $A$ （従って全ビットストリーム）の伝送時間および 1 フレーム分の音声再生時間

も  $A$ ）、符号化処理時間を  $B$ 、復号化処理時間を  $C$  とし、1 フレームの量子化線形予測パラメータの生成時間と、1 サブフレームの量子化音源パラメータの生成時間とをそれぞれ均等に  $B/5$  とし、線形予測パラメータの復元時間と、サブフレーム単位の音源パラメータの復元時間とをそれぞれ均等に  $C/5$  とし、また、個別多重化線形予測パラメータ信号の全ビット数と個別多重化音源パラメータ信号の全ビット数とが相等しいものとする、従来の音声符号化システムにおける（第  $k$  フレームの）音声入力開始から（第  $k$  フレームの）音声出力開始までの総遅延時間  $delay_1$  は以下の式で表わせる。

$$delay_1 = A + B + A + 2C/5 + A/2$$

一方、図 2 (b) に示すように本発明による音声符号化伝送システムでは、送信側において、第  $k$  フレームの量子化線形予測パラメータ  $\alpha q[k]$  の生成 302 a が終了すると、これに誤り訂正符号化を施し、量子化線形予測パラメータ信号  $\alpha q[k]$  の伝送 403 a が行われる。伝送 403 a と並行して、サブフレーム単位の量子化音源パラメータの生成 302 b ~ 302 e が行われ、 $\alpha qm[k]$  の伝送 403 a が終了すると、順次、量子化音源パラメータ信号  $\beta q[k-1, 3]$ 、 $\beta q[k-1, 4]$ 、 $\beta q[k, 1]$ 、 $\beta q[k, 2]$  の伝送 403 b ~ 403 e が行われる。

【0050】受信側において、個別多重化線形予測パラメータ信号  $\alpha qm[k]$  の全ビットの受信を終了すると、第  $k$  フレームの線形予測パラメータ  $\alpha[k]$  の復元 404 a が行われる。また、個別多重化音源パラメータ信号  $\beta qm[k-1, 3]$ 、 $\beta qm[k-1, 4]$ 、 $\beta qm[k, 1]$ 、 $\beta qm[k, 2]$  の受信を終了すると、順次、音源パラメータ  $\beta[k-1, 3]$ 、 $\beta[k-1, 4]$ 、 $\beta[k, 1]$ 、 $\beta[k, 2]$  の復元 404 b ~ 404 e が行われる。音源パラメータ  $\beta[k-1, 3]$  の復元 404 b が終了した時点で、第  $(k-1)$  フレームの第 3 サブフレームの再生音声 405 a が出力され、続いて第  $(k-1)$  フレームの第 4 サブフレームの再生音声 405 b、第  $k$  フレームの第 1 サブフレームの再生音声 405 c、第  $k$  フレームの第 2 サブフレームの再生音声 405 d が順次出力される。従って、本発明による音声符号化伝送システムにおける（第  $k$  フレームの）音声入力開始から（第  $k$  フレームの）音声出力開始までの総遅延時間  $delay_2$  は以下の式で表わせる。

$$delay_2 = A + B/5 + 2A/5 + C/5 + A/2$$

これにより、本発明による音声符号化伝送システムによれば、従来の音声符号化伝送システムに比べて、

$$delay_1 - delay_2 = 3A/5 + 4B/5 + C/5$$

の遅延削減が可能となる。ここで、上式の遅延削減量は以下の (1) ~ (3) の総計である。

(1) 3 サブフレーム分の量子化音源パラメータ  $\beta q[k-1, 4]$ 、 $\beta q[k, 1]$ 、 $\beta[k, 2]$  の総伝

送時間 (3A/5)

(2) 4サブフレーム分の量子化音源パラメータ  $\beta_q$  [ $k-1, 3$ ]、 $\beta_q$  [ $k-1, 4$ ]、 $\beta_q$  [ $k, 1$ ]、 $\beta_q$  [ $k, 2$ ] の総生成時間 (4B/5)

(3) 線形予測パラメータ  $\alpha$  [ $k$ ] の復元時間 (C/5) ●

このように上記実施の形態によれば、音声符号化装置 1 において、パラメータ生成部 1a で生成されたフレーム単位の量子化線形予測パラメータと、サブフレーム単位の音源パラメータとに対して、誤り訂正符号付加回路 106a および 106b によりそれぞれ個別に誤り訂正符号化を施し、1フレームの量子化線形予測パラメータとその誤り訂正符号、あるいは1サブフレームの音源パラメータとその誤り訂正符号をそれぞれマルチプレクサ 107a および 107b で多重化して個別多重化パラメータ信号を生成し、これを送信制御回路 114 により所定の順序で送信し、音声復号化装置 2 において、上記の個別多重化パラメータ信号を受信制御回路 215 で受信し、1つの個別多重化パラメータ信号の受信を終了するごとにデマルチプレクサ 208a または 208b に送り、デマルチプレクサ 208a でフレーム単位の量子化線形予測パラメータと誤り訂正符号とを分離抽出し、誤り訂正回路 209a で上記の量子化線形予測パラメータに誤り検出/訂正処理を施し、この量子化線形予測パラメータを音声再生部 2b に送り、またデマルチプレクサ 208b でサブフレーム単位の量子化音源パラメータと誤り訂正符号とを分離抽出し、誤り訂正回路 209b で上記の量子化音源パラメータに誤り検出/訂正処理を施し、この量子化音源パラメータを音声再生部 2b に送ることにより、音声入力の開始から音声再生までに要する時間を、3サブフレーム分の量子化音源パラメータの伝送時間と、4サブフレーム分の量子化音源パラメータの生成時間と、1フレーム分の線形予測パラメータの復元時間とを加算した時間分だけ短縮することができるので、低遅延の音声符号化伝送システムを実現できる。

【0051】尚、上記実施の形態においては、線形予測パラメータと音源パラメータの双方に対して誤り訂正符号化を施しているが、ノイズに強いパラメータであれば誤り訂正符号化を行わない構成でも構わない。例えば、線形予測パラメータは誤り訂正符号を付加せず、音源パラメータにのみ付加するという構成でも構わない。

【0052】また、上記実施の形態においては、従来の音声符号化伝送システムに比べて伝送ビットレートが大きくなるが、従来の音声符号化伝送システムとビットレ

ートを同一にした構成、例えば、1フレームのサブフレーム数を4ではなく3とし、これにより減少した伝送ビットを誤り訂正符号に割り当てる構成、あるいは1フレームのサブフレーム数は変えずに、1つのパラメータに割り当てるビット数を削減して、それを誤り訂正符号に割り当てる構成、あるいはいずれのパラメータに対しても誤り訂正符号を付加しない構成としても良い。

【0053】また、上記実施の形態においては、パラメータ生成部 1a のパラメータを生成する手段、送信部 1b の誤り訂正符号化処理を実施する手段、受信部 2a の誤り検出/訂正処理を実施する手段、および音声再生部 2b のパラメータを復元する手段に対してそれぞれ回路という表現を用いているが、これらの手段はハードウェアに限定されるものではなく、これら各手段における手順をパソコン等を用いて実施しても良い。

【0054】

【発明の効果】以上のように本発明の音声符号化装置および音声復号化装置によれば、フレーム単位の線形量子化パラメータと、サブフレーム単位の音源パラメータとをそれぞれ個別の packets 信号として順次伝送することにより、音声入力の開始から再生音声の出力開始までに要する時間を短縮することができるので、低遅延の音声符号化伝送システムを実現できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を適用した音声符号化伝送システムのブロック構成図である。

【図2】音声符号化システムにおける分析窓とフレームとサブフレームの関係を示す図である。

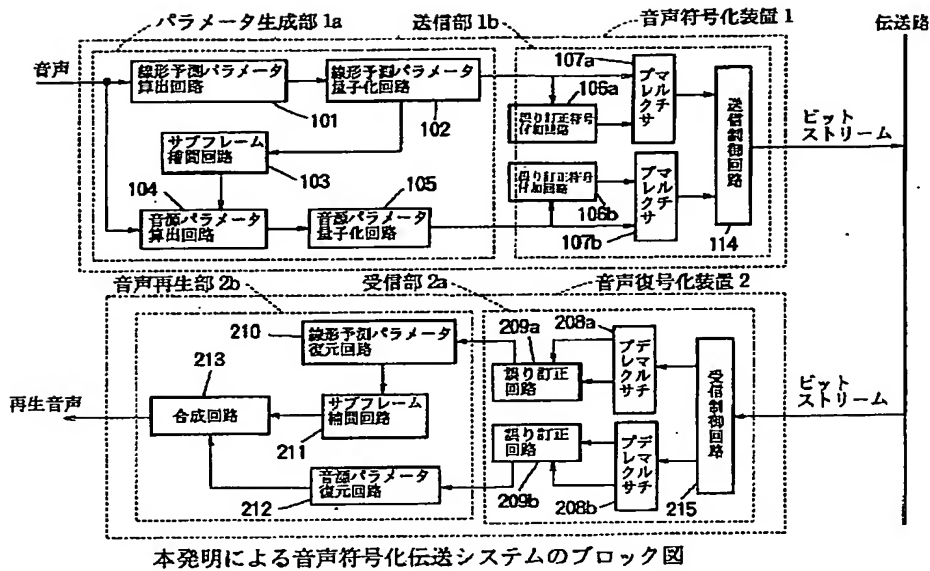
【図3】本発明の実施の形態を適用した音声符号化伝送システムと従来の音声符号化伝送システムの処理の流れを示すタイムチャートである。

【図4】従来の音声符号化伝送システムの一例を示すブロック構成図である。

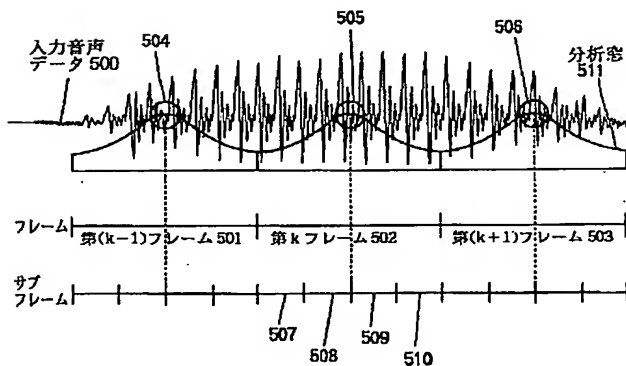
【符号の説明】

1 音声符号化装置、2 音声復号化装置、101 線形予測パラメータ算出回路、102 線形予測パラメータ量子化回路、103 サブフレーム補間回路、104 音源パラメータ算出回路、105 音源パラメータ量子化回路、106 誤り訂正符号付加回路、107 マルチプレクサ、114 送信制御回路、208 デマルチプレクサ、209 誤り訂正回路、210 線形予測パラメータ復元回路、211 サブフレーム補間回路、212 音源パラメータ復元回路、213 合成回路

【圖 1】

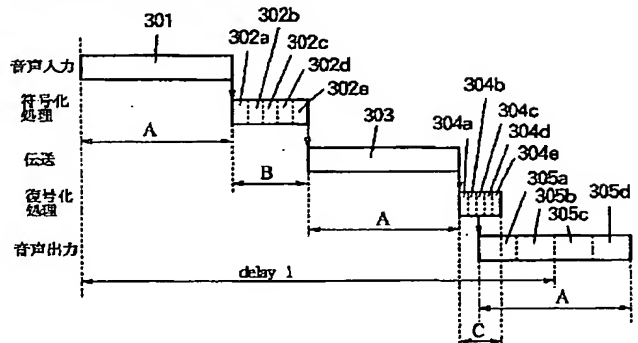
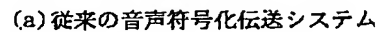


【図 2】

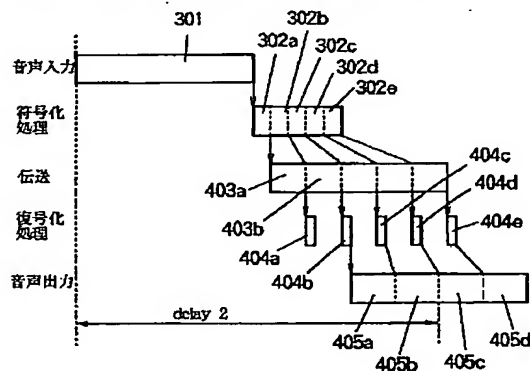


分析窓とフレームとサブフレームの関係を示す図

【圖 3】

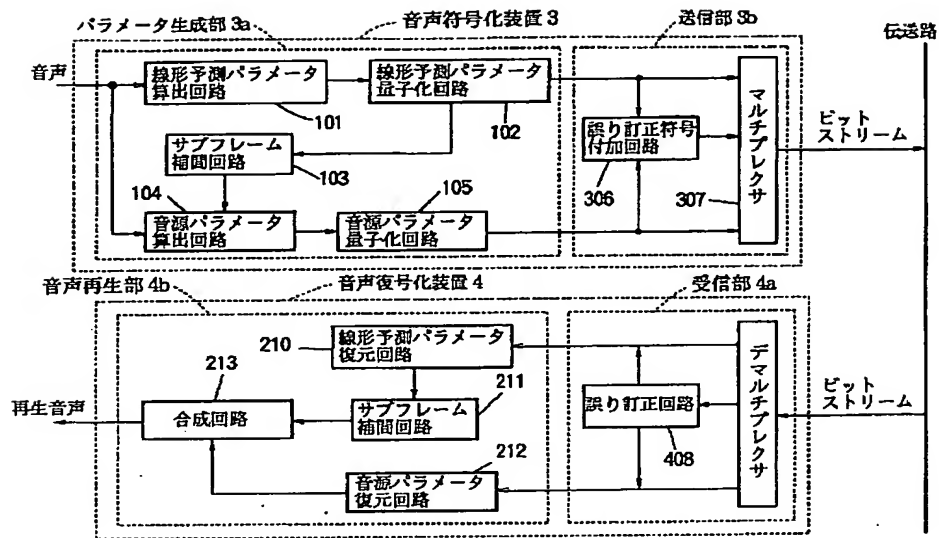


(b)本発明による音声符号化伝送システム



音声符号化伝送システムの処理の流れを示すタイムチャート

【図4】



従来音声符号化伝送システムのブロック図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**